

УДК 004.2

СИНТЕЗ МИКРОПРОГРАММНОГО АВТОМАТА С ОПЕРАЦИОННЫМ АВТОМАТОМ ПЕРЕХОДОВ МЕТОДОМ ПОЛНОГО ПЕРЕБОРА

Р. М. Бабаков, к.т.н., доцент

Донецкий национальный университет имени Василя Стуса

r.babakov@donnu.edu.ua

В статье дается оценка временных затрат на синтез микропрограммного автомата с операционным автоматом переходов методом полного перебора.

Babakov R. M. Optimization of linear functions on arrangements. The article assesses the time required for the synthesis of final-state machine with datapath of transitions using brutal force approach.

Ключовые слова: МИКРОПРОГРАММНЫЙ АВТОМАТ, ОПЕРАЦИОННЫЙ АВТОМАТ ПЕРЕХОДОВ, ПОЛНЫЙ ПЕРЕБОР.

Keywords: FINAL-STATE MACHINE, DATAPATH OF TRANSITIONS, BRUTAL FORCE.

В работах [1, 2] предложены структура и математическая модель микропрограммного автомата с операционным автоматом переходов (МПА с ОАП). В данной структуре преобразование кодов состояний осуществляется различными способами: часть переходов реализуется каноническим способом по системе булевых уравнений, часть – с помощью множества операций переходов (ОП). Поскольку в МПА с ОАП одна и та же ОП может использоваться для реализации множества автоматных переходов, использование МПА с ОАП может способствовать сокращению аппаратных затрат на реализацию логической схемы автомата в сравнении с каноническим МПА [3].

Синтез МПА с ОАП сводится к следующему:

1. Каждому состоянию автомата сопоставляется уникальный

структурный (двоичный) код из множества K_S^R допустимых структурных кодов.

2. Каждому автоматному переходу ставится в соответствие некоторая ОП из множества O , причем одна и та же операция может быть сопоставлена нескольким переходам.

Если сопоставленные коды состояний и операции переходов обеспечивают реализацию всех переходов автомата, то найдено формальное решение задачи синтеза МПА с ОАП. Для произвольного МПА существует, в общем случае, множество формальных решений, отличающихся используемыми ОП и аппаратными затратами на их реализацию в логической схеме автомата.

Одним из путей поиска формальных решений задачи синтеза МПА с ОАП является полный перебор. Будем полагать, что:

– множество O содержит N_I операций переходов;

– $|K_S^R| = 2^R$, где R – разрядность кода состояния;

– автомат содержит M состояний и B переходов.

Тогда количество N_I способов сопоставления 2^R структурных кодов M состояниям автомата определяется выражением (1).

$$N_1 = A_{2^R}^M = \frac{(2^R)!}{(2^R - M)!}. \quad (1)$$

Количество способов сопоставления N_I операций переходов B переходам автомата определяется выражением (2).

$$N_2 = (N_I + 1)^B. \quad (2)$$

Здесь прибавляемая к N_I единица учитывает возможность того, что любому переходу автомата может быть не сопоставлена никакая ОП, в результате чего данный переход реализуется каноническим способом.

Тогда количество вариантов взаимонезависимого сопоставления структурных кодов состояний и операций переходов определяется выражением (3).

$$N = N_1 \cdot N_2 = \frac{(2^R)!}{(2^R - M)!} \cdot (N_I + 1)^B. \quad (3)$$

После того, как выбран очередной вариант сопоставления, необходимо проверить – является ли он «бесполезным» или дает

формальное решение задачи синтеза автомата. Обозначим через t_c время, затрачиваемое на формирование очередного варианта сопоставления и проверку получения формального решения. Тогда время t , необходимое для получения множества всех возможных формальных решений методом полного перебора, определяется выражением (4).

$$t = N \cdot t_c = \frac{(2^R)!}{(2^R - M)!} \cdot (N_I + 1)^B \cdot t_c. \quad (4)$$

Пусть $t_c=0,001$ секунды. Тогда время, затрачиваемое на полный перебор вариантов в случае автомата средней сложности ($M=50$, $R=6$, $B=100$ [3]) и $(N_I+1)=10$ составит $1,45 \cdot 10^{175}$ с, что, очевидно, является неприемлемым.

В случае, например, $R=4$, $M=10$, $(N_I+1)=3$, $B=10$ и $t_c=0,001$ с, величина $t = 10^{17}$ с. При уменьшении значения t_c до 1 нс (если предположить выполнение полного перебора на высокопроизводительной вычислительной системе) величина t становится равной 10^{11} с, что составляет 3200 лет и также является неприемлемым.

Рассмотренные в докладе аналитические выражения и проведенные с их использованием расчеты позволяют сделать вывод о практической невозможности решения задачи синтеза МПА с ОАП методом полного перебора. При этом не исключена возможность решения данной задачи методом частичного перебора вариантов, требующая разработки специальных методов синтеза.

Литература

1. Бабаков Р.М. Алгебраическая интерпретация микропрограммного автомата с операционным автоматом переходов / А.А. Баркалов, Р.М. Бабаков // Кибернетика и системный анализ. – 2016. – №2. – С. 22-29.
2. Бабаков Р.М. Промежуточная алгебра переходов в микропрограммном автомате // Радиотехника, информатика, управление. –2016. – №1. – С. 64-73.
3. Баранов С.И. Синтез микропрограммных автоматов / С.И. Баранов. – Л.: Энергия, 1979. –232 с.